

INTERCONEXÃO DE REDES DE COMPUTADORES

PARTE 3.5: TCP / IPV6

UFCG / CEEI / DSC

Prof. Pedro S. Nicolletti (Peter)

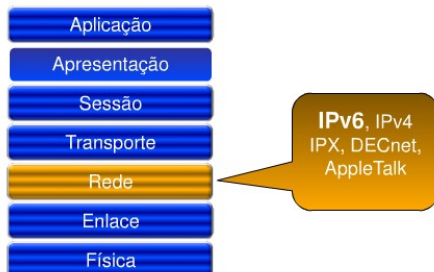
© 2017

IPv6 - Introdução

- Em 1992 uma Internet Engineering Task Force (IETF) cria o grupo IPng (IP next generation) para a criação de um novo protocolo de rede para a Internet
- Motivação principal: Esgotamento do Endereçamento IPv4
- O novo protocolo precisava atender às questões:
 - Melhor tratamento de pacotes
 - Aumento de escalabilidade e longevidade
 - Mecanismos de QoS (Quality of Service)
 - Segurança integrada
- Em 1998 o IPv6 foi definido na RFC 2460
- Redes IPv6 demandam novas aplicações: DHCPv6, RIPv6, OSPFv3, etc.
- O IPv6 passa a oferecer:
 - Grande espaço de endereçamento (hierárquico de 128 bits)
 - Simplificação no formato do cabeçalho / Melhor suporte para extensões
 - Capacidade de qualificação de fluxos (QoS) / Autenticação e privacidade (IPsec nativo)
 - Fragmentação e desfragmentação apenas na origem/destino
 - Autoconfiguração / mobilidade
 - Multicast mais inteligente no lugar a broadcast

IPv6 - Introdução

- IPv6 em relação ao RM-OSI



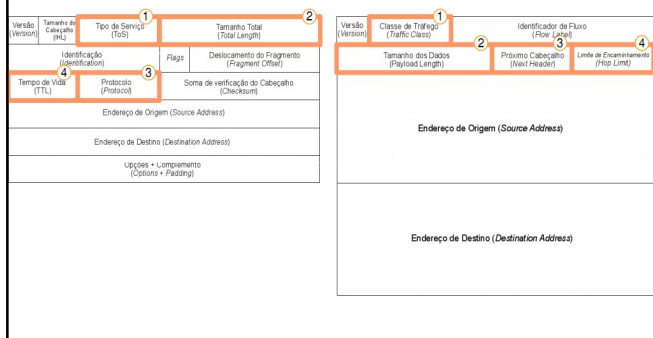
IPv6 – Datagrama IPv6

- Seis campos do cabeçalho foram removidos

Versão (Version)	Tamanho do Cabeçalho (HLen)	Tipo de Serviço (ToS)	Tamanho Total (Total Length)		Versão (Version)	Classe de Tráfego (Traffic Class)	Identificador de Fluxo (Flow Label)	
	Identificação (Identification)	Flags	Deslocamento do Fragmento (Fragment Offset)			Tamanho dos Dados (Payload Length)	Próximo Cabeçalho (Next Header)	Limite de Encapsulamento (Hop Limit)
Tempo de Vida (TTL)	Protocolo (Protocol)	Soma de verificação do Cabeçalho (Checksum)				Endereço de Origem (Source Address)		
Endereço de Origem (Source Address)								
Endereço de Destino (Destination Address)					Endereço de Destino (Destination Address)			
Opções + Complemento (Options + Padding)								

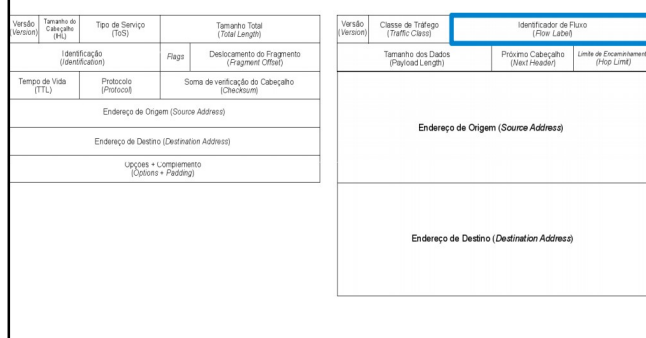
IPv6 – Datagrama IPv6

- Quatro campos tiveram seus nomes e posições alterados



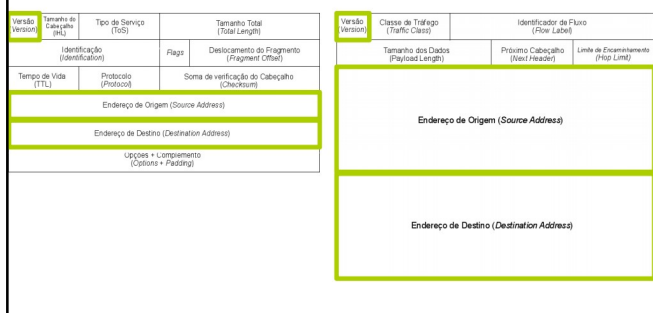
IPv6 – Datagrama IPv6

- O campo Identificador de Fluxo foi inserido



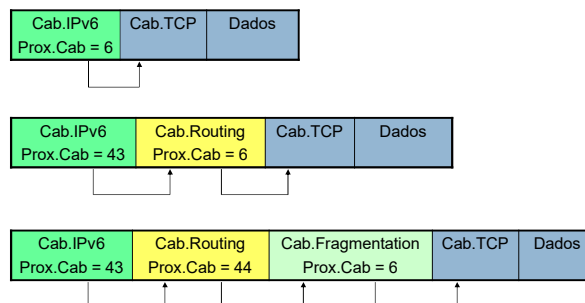
IPv6 – Datagrama IPv6

- Os campos versão, endereço origem e endereço destino foram mantidos



IPv6 – Datagrama IPv6

- Zero ou mais cabeçalhos de extensão podem aparecer



IPv6 – Datagrama IPv6

- Os cabeçalhos de extensão podem ser
 - Hop-by-hop – com informações que devem ser processadas em cada nó intermediário entre a origem e o destino (p.ex. alertas sobre carga útil muito grande)
 - Routing – com informações de "source routing"
 - Fragment – com informações da origem para o destino sobre fragmentação do pacote, dado que o IPv6 não faz fragmentação nos nós intermediários
 - Encapsulating Security Payload (ESP) – com informação de autenticação, integridade e confidencialidade pelo uso de IPsec
 - Authentication Header (AH) – com informação de autenticação e integridade pelo uso de IPsec
 - Destination Options – contendo informações que devem ser processadas somente pelo destino

IPv6 - Endereçamento

- Endereço IPv6 tem 128 bits
 - Representado por 8 sequências de dígitos hexadecimais separadas por dois pontos
 - Ex. 2001:12f0:09c0:0064:0000:0000:0000:0101
- Espaço de endereçamento muito, muito, muito grande
 - $2^{128} = 340.282.366.920.938.463.374.607.431.768.211.456 = \sim 3,4 \times 10^{35}$
 - ~56 octilhões ($5,6 \times 10^{28}$) de endereços IP por ser humano
 - ~79 octilhões ($7,9 \times 10^{28}$) endereços a mais que o IPv4
- Regras básicas:
 - Dígitos hexa podem ser minúsculos ou maiúsculos
 - Zeros não significativos (à esquerda) podem ser omitidos
 - Sequência de zeros pode ser representada por "::" (uma única vez)
 - Ex. 2001:12f0:09c0:0064:0000:0000:0000:0101 pode ser escrito como 2001:12F0:9C0:64::101

IPv6 - Endereçamento

- Endereços IPv6 básicos

Endereço	Descrição
::/128	Endereço não especificado (indefinido)
::1/128	Endereço de loopback; equivale ao 127.0.0.1/32 do IPv4
::/0	Endereço da rota default; equivale ao 0.0.0.0/0 do IPv4
2000::/3	Endereçamento "aggregable global"; equivale a endereçamento público do IPv4
2001:12F0:09C0::/48	Representação de bloco (rede) alocado a uma organização
FE80::/10	Endereçamento "link-local" (de enlace); atribuído automaticamente
FF00::/10	Endereçamento multicast

IPv6 - Endereçamento

- Tipos de comunicação IPv6
 - Unicast – Um para um
 - Global Unicast Address: globalmente roteável, similar aos endereços IPv4 públicos (2000::/3)
 - Link Local Unicast Address: utilizado apenas localmente e atribuído automaticamente (FE80::/64)
 - Multicast – Um para muitos (FF00::/10)
 - Anycast – Um para um-de-muitos (faixa unicast)
 - Broadcast – Não existe mais!
 - E agora? Como fica ARP/RARP? Como falar com todos os nós da rede local?

IPv6 - Endereçamento

- Todo nó IPv6 sempre "escuta" o endereço multicast FF02::1
 - Transmitir em broadcast é transmitir para esse endereço multicast
- Todo nó IPv6 roteador sempre "escuta" o endereço multicast FF02::2
- Mas para navegar na Internet uma máquina precisa de um endereço IPv6 (Global); como conseguir um assim que for ligada?
 - Todo nó IPv6 tem o endereço de link local automático FE80::b1b2:b3FF:FEb4:b5b6, onde b1, b2, ..., b6 são os bytes do endereço MAC da interface de rede
 - Com esse endereço ela pode mandar uma mensagem ICMPv6 para todos os roteadores da rede (FF02::2) pedindo informações e obtendo
 - Prefixo público para a rede em que está
 - Gateway default
 - Etc.

IPv6 - Endereçamento

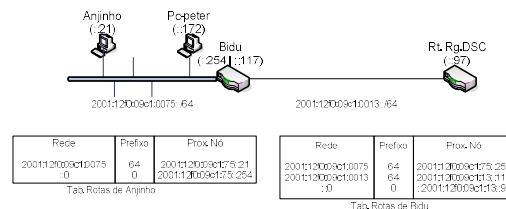
- Exemplo
 - UFCG: 2001:12f0:09c1::/48
 - DSC: 2001:12f0:09c1:0075::/64 (o IPv4 é 150.165.75.0/24)
 - Anjinho: 2001:12f0:09c1:0075::0021 / 64
 - Bidu: 2001:12f0:09c1:0075::0254 / 64
 - LCC: 2001:12f0:09c1:0054::/64 (o IPv4 é 150.165.54.0/24)
 - Coisafafa: 2001:12f0:09c1:0054::0002 / 64

IPv6 - Roteamento

- Na prática, não muda quase nada em relação ao roteamento IPv4
 - Rede continua sendo um "conjunto de interfaces interligadas por um canal de comunicação"
 - Toda rede tem de ter endereçamento único (rede / prefixo)
 - Todo nó tem de ter um endereço IP único associado a cada uma de suas interfaces
 - Todo hospedeiro deve ter uma rota para a rede local e uma rota para o roteador default
 - Todo roteador deve ter rota para cada rede a que der acesso direto e rotas para as redes que quiser ou puder dar acesso, incluindo rota default
 - O roteamento pode ser estático ou dinâmico (com RIPng ou OSPFv3 ou BGPv6)

IPv6 - Roteamento

Exemplo



IPv6 - Segurança

- O IPv6 dispõe de dois mecanismos/protocolos de segurança:
 - Authentication Header (AH)
 - Garante ao destinatário que a origem é quem é (autenticação) e que os dados não foram modificados (integridade)
 - Encrypted Security Payload (ESP)
 - Garante que os dados não são legíveis (confidencialidade) + as garantias do AH
- Para garantir autenticação, integridade e confidencialidade, o IPv6 usa o conceito de associação de segurança entre transmissor e receptor
 - Ambos devem concordar em usar uma chave secreta (e outros parâmetros relacionados à segurança)
 - A troca de chaves é feita via protocolo IKMP (Internet Key Management Protocol)

IPv6 - Transição

- A transição IPv4 → IPv6 pode ser feita de três formas
 - Dual-stack
 - Cada nó da rede tem suas interfaces com endereços IPv4 e IPv6
 - O roteamento tem de ser configurado adequadamente para IPv4 e IPv6
 - É a solução ideal e definitiva, embora possa dar um pouco mais de trabalho inicialmente
 - Tunneling
 - Dois roteadores dual-stack interligam duas redes IPv6 através de um backbone IPv4
 - É solução temporária para ingressar no mundo IPv6 quando seu provedor de acesso não suporta IPv6 nativamente
 - NAT-PT (Network Address Translation - Protocol Translation)
 - Um roteador traduz IPv4 para IPv6 (e vice-versa) em algum ponto da rede (tipicamente na borda)
 - É solução emergencial para:
 - Rede só IPv4 acessar um mundo cada vez mais IPv6
 - Rede só IPv6 para acessar um mundo ainda IPv4

IPv6 - Conclusão

- Não tem mais jeito: a Internet está mudando para IPv6
 - Em um prazo razoável
 - Até 2020 para todos "falarem" IPv6
 - Até 2030 para ninguém mais "falar" IPv4
- Endereçamento / roteamento do IPv6 é muito semelhante ao do IPv4
 - Poucos conceitos mudam
- Serviços IPv6 precisam ser configurados adequadamente
 - DNS – fundamental e de complexidade média
 - DHCP – importante e de complexidade média
 - RIPng – importante e de complexidade baixa
 - OSPFv3 – importante e de complexidade média
- Suporte a QoS e segurança nativos são grandes diferenciais
 - Em tese, podem acabar com os "remendos" do IPv4 (p. ex. SSL)